

钾素后移对烤烟产质量的影响

廖敏¹, 湛剑¹, 陈艳¹, 丁德胜², 明瑞金¹, 杨庆根¹, 饶文平^{3,4}, 谢芳腾^{3,4}, 钟秋瓚⁴, 眭锋^{3,4}, 刘毅^{3,4*}

(1. 江西省烟草公司赣州市公司, 江西赣州 341000; 2. 赣州市烟草公司瑞金分公司, 江西赣州 342500; 3. 赣州市农业科学研究所, 江西赣州 341000; 4. 赣州市烟草科学研究所, 江西赣州 341000)

摘要 为研究烤烟施肥过程中钾素后移对烤烟农艺性状及产质量的影响, 采取烤烟不同生长阶段追施钾肥, 对云烟 87 品种的农艺性状、产量、内在化学成分协调性和经济性状进行研究。结果表明, 将硝酸钾和硫酸钾放到现蕾初期追施的 T4 处理可促进中部叶发育, 提高中部烟比例, 增加烤烟产量和产值, 烟叶化学协调性最好, 有利于降低上部烟叶烟碱含量, 解决上部烟叶烟碱含量高的问题, 提高烟叶的工业可用性。

关键词 烤烟; 钾; 产量; 质量

中图分类号 S 572 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2022)20-0148-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.20.038



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effect of Potassium Backward Shift on Yield and Quality of Flue-cured Tobacco

LIAO Min, CHEN Jian, CHEN Yan et al (Ganzhou Branch of Jiangxi Tobacco Corporation, Ganzhou, Jiangxi 341000)

Abstract In order to study the effect of potassium backward shift on the agronomic characters, yield and quality of flue-cured tobacco, potassium fertilizer was applied at different growth stages to study the agronomic characters, yield, internal chemical composition coordination and economic characters of Yunyan 87. The results showed that putting potassium nitrate and potassium sulfate into T₄ treatment at the early bud stage could promote the development of middle leaves, increase the proportion of middle tobacco, increase the yield and output value of flue-cured tobacco, and the chemical coordination of tobacco leaves was the best, which was conducive to reduce the nicotine content of upper tobacco leaves, solve the problem of high nicotine content of upper tobacco leaves, and improve the industrial availability of tobacco leaves.

Key words Flue-cured tobacco; Potassium; Yield; Quality

作为世界第一大烟草生产国^[1], 烟草是我国重要的经济作物之一。钾是烤烟生长发育所需的重要元素之一, 对烤烟的生长和产量具有无法替代的重要作用^[2]。钾参与烤烟多种酶的活化和光合作用, 同时还能显著影响烟叶的燃烧性、安全性及香味^[3-5]。烟叶含钾量是评价烟草品质的重要指标之一^[6-9], 钾含量低是限制我国烟叶品质进一步提高的重要因素^[10]。在我国, 烟叶生产中(特别是南方烟区)前中期的钾素供应尚充足, 后期供钾不足, 是导致我国烟叶含钾量不足和品质降低的重要原因之一^[11]。近年来, 关于钾肥施用技术的研究, 集中在基肥与追肥比例和钾肥形态上^[12], 关于钾肥追施时期的研究较少, 笔者通过改变烤烟移栽后硝酸钾和硫酸钾的追施时期, 研究钾素后移对烤烟产量和内在化学成分的影响, 寻求最佳钾肥追施时期, 为烤烟的优质、适产栽培提供理论依据和技术指导。

1 材料与方法

1.1 试验材料 供试烤烟品种为云烟 87, 要求管理规范, 烟叶长势稳健, 具优质烟叶长相, 均衡一致、无病、能够正常落黄成熟。

1.2 试验地概况 试验于 2021 年在信丰县正平镇和瑞金市烟叶科技示范园进行。要求前茬作物一致、土壤肥力均匀、地面平整、排水方便、肥力中等, 近 2 年未进行过农作物肥料

试验。

1.3 试验设计 试验设置 4 个钾肥处理(表 1、2), 3 次重复, T₁ 为对照, 其余处理除硝酸钾和硫酸钾追施时期与对照不同, 施肥总量与对照一致, 每小区栽烟 50 株, 株行距为 120 cm×50 cm, 四周设保护行。试验区的同一项田间操作应在同一天内完成, 如有特殊情况也必须确保同一重复内的同一项田间操作在同一天内完成。

1.4 测定项目与方法

1.4.1 农艺性状。 各处理烟株打顶后, 每小区选择有代表性烟株 5 株, 测量烟株有效叶片数、株高、叶长、叶宽。

1.4.2 小区测产。 以小区为单位单独采收、烘烤、分级计产。烘烤结束后, 按叶位归类, 并按国家四十二级分级标准进行分级称重, 以 16 500 株/hm² 烟株进行产量和产值测算。并统计中部烟比例、上部烟比例、上等烟比例、中上等烟比例和均价等。

1.4.3 烟叶内在化学成分检测。 各处理取烤后 C3F、B2F 各 1 kg, 对选取的烟样样品进行同一部位去青去杂, 等级平衡后研磨, 过 40 目筛, 使用 FT-NIR 近红外分析仪检测烟叶的总糖、还原糖、烟碱、钾、氯、蛋白质和总氮等指标。

烟叶化学协调性评分参照《中国烟草种植区划》中烤烟化学成分指标赋值方法, 总植物碱、总氮、还原糖、钾、淀粉、糖碱比、氮碱比和钾氯比的权重分别为 0.17、0.09、0.14、0.08、0.07、0.25、0.11、0.09, 评价分值越高, 其化学成分协调性越好^[13]。

1.5 数据处理 采用 Excel 2013、SPSS 19.0 统计软件对试验数据进行处理。

基金项目 江西省烟草公司赣州市公司科学研究与技术开发计划项目“基于上部烟叶提质增效的施肥技术研究及应用”(赣市烟技[2019]6号)。

作者简介 廖敏(1987—), 女, 江西赣州人, 助理农艺师, 硕士, 从事烟草栽培研究。* 通信作者, 研究员, 从事烟草栽培、育种研究。

收稿日期 2021-12-14; **修回日期** 2022-07-01

表 1 常规施肥方案 T₁(CK)

Table 1 Conventional fertilization scheme T₁(CK)

施肥时期 Fertilizing time	贝斯特 Beisite fertilizer	钙镁磷肥 Calcium magnesium phosphate fertilizer	有机肥 Organic fertilizer	专用肥 Special fertilizer	硝酸钾 KNO ₃	硫酸钾 K ₂ SO ₄
基肥 Base fertilizer	1 500.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
营养土 Nutrient soil	0.00	375.00	375.00	0.00	0.00	0.00
定根水 Rooting water	0.00	0.00	0.00	0.00	37.50	0.00
小培土 Soil dressing	0.00	0.00	0.00	112.50	0.00	0.00
大培土 Hill up	0.00	0.00	0.00	296.25	187.50	262.50
现蕾初期 Early stage of budding	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
肥料总量 Total fertilizer	1 500.00	375.00	375.00	408.75	225.00	262.50

表 2 不同处理钾肥用量及施肥时期

Table 2 Potassium fertilizer dosage and fertilization period of different treatments

施肥时期 Fertilizing time	T ₁ (CK)		T ₂		T ₃		T ₄	
	硝酸钾 KNO ₃	硫酸钾 K ₂ SO ₄	硝酸钾 KNO ₃	硫酸钾 K ₂ SO ₄	硝酸钾 KNO ₃	硫酸钾 K ₂ SO ₄	硝酸钾 KNO ₃	硫酸钾 K ₂ SO ₄
定根水 Rooting water	37.50	0.00	37.50	0.00	37.50	0.00	37.50	0.00
大培土 Hill up	187.50	262.50	187.50	112.50	187.50	0.00	0.00	0.00
现蕾初期 Early stage of budding	0.00	0.00	0.00	150.00	0.00	262.50	187.50	262.50
总计 Total	225.00	262.50	225.00	262.50	225.00	262.50	225.00	262.50

2 结果与分析

2.1 不同处理对烤烟农艺性状的影响 由表 3 可知,2 个试验点各处理有效叶片数在 14.2~15.0 片,差异较小。对株高而言,随着硝酸钾和硫酸钾推迟施用,瑞金试验点烤烟株高有降低趋势,而信丰试验点呈增加趋势,但总体不同钾肥处理对株高的影响较小。钾素后移可增加烤烟腰叶长和腰叶

宽,瑞金试验点腰叶最长的为 T₂ 处理,比对照增加了 8.77%,信丰试验点腰叶最长为 T₃ 处理,比对照增加了 2.84%。瑞金试验点腰叶宽最大为 T₄ 处理,比对照增加了 7.59%,信丰试验点腰叶宽最大为 T₂ 处理,比对照增加了 6.09%。表明施肥总量相同的前提下,钾素后移在基本不改变烤烟有效叶片数和株高的前提下,可促进腰叶的发育。

表 3 不同处理对烤烟农艺性状的影响

Table 3 Effects of different treatments on agronomic characters of flue-cured tobacco

试验点 Test point	处理 Treatment	有效叶片数 Effective leaf number//片	株高 Plant height//cm	腰叶长 Lumbar lobe length//cm	腰叶宽 Lumbar lobe width//cm
瑞金 Ruijin	T ₁	14.40	121.60	79.80	29.00
	T ₂	14.80	118.60	86.80	31.00
	T ₃	15.00	118.40	85.40	30.40
	T ₄	14.20	120.40	84.40	31.20
信丰 Xinfeng	T ₁	14.70	129.00	84.50	31.20
	T ₂	14.90	132.00	86.80	33.10
	T ₃	14.50	131.70	86.90	31.80
	T ₄	14.60	131.40	85.70	31.10

2.2 不同处理对烤烟产量和产值的影响 由表 4 可知,不同试验点单产和产值不同,瑞金试验点单产较高,产值也较高。不同处理间,随着钾素的后移,烟草产量均呈递增趋势,T₄ 处理的产量和产值最高,其中瑞金试验点 T₄ 处理单产和产值最高,分别比对照增加了 14.67%和 11.83%,信丰试验点同样

是 T₄ 处理的单产和产值最高,分别比对照增加了 4.72%和 0.63%。但瑞金、信丰试验点对照 T₁ 处理烤烟的均价基本均比其他钾肥处理高。表明钾素后移可增加烤烟的单产和产值,但烤烟的均价略有降低。

表 4 不同处理对烤烟产量和产值的影响

Table 4 Effects of different treatments on Yield and output value of Flue-cured Tobacco

试验点 Test point	处理 Treatment	小区产量 Yield kg	产量 Yield kg/hm ²	增产 Increase production//%	均价 Average price//元/kg	产值 Output value 元/hm ²	增值 Added value %
瑞金 Ruijin	T ₁	5.94	2 041.35	—	30.67	62 608.20	—
	T ₂	6.18	2 123.40	4.02	29.98	63 659.55	1.68
	T ₃	6.29	2 160.75	5.85	30.58	66 075.75	5.54
	T ₄	6.81	2 340.90	14.67	29.91	70 016.25	11.83
信丰 Xinfeng	T ₁	5.48	1 884.00	—	20.76	39 112.05	—
	T ₂	5.34	1 833.75	-2.67	20.98	38 472.15	-1.64
	T ₃	5.71	1 962.45	4.16	19.82	38 895.75	-0.55
	T ₄	5.74	1 972.95	4.72	19.95	39 360.15	0.63

2.3 不同处理对烤后烟叶等级构成的影响 由表 5 可知,不同试验点的烟叶构成不同,其中瑞金试验点中上等烟比例较高,尤其是上等烟比例均超过 70%,上等烟比例最高的是 T₁ 处理,最低的是 T₂ 处理,而 T₄ 处理中上等烟比例、中部烟比例最高,为最适处理;信丰试验点上等烟比例偏低,其中最高的是 T₂ 处理,最低的是 T₃ 处理,对照 T₁ 处理中上等烟比例、上部烟比例最高,中部烟比例最低。表明钾素后移可增加中部烟比例,降低上部烟比例。

2.4 不同处理对烤烟内在化学成分的影响 由表 6 可知,从化学成分协调性评价得分来看,钾素后移处理后 2 个试验点 C3F 得分呈增加趋势,其中瑞金试验点 T₄ 处理得分最高,其次为 T₃ 处理,对照 T₁ 处理得分最低;信丰试验点表现与瑞金相似,T₄ 处理得分最高,其次为 T₃ 处理,得分最低的为 T₂ 处理;表现为钾素后移烟叶中烟碱、钾含量适宜,还原糖、钾、糖碱比、钾氯比增加。对 B2F 而言,瑞金试验点 T₃ 处理得分最高,其次为 T₄ 处理,得分最低的为对照 T₁ 处理;信丰试验点 T₄ 处理得分最高,其次为对照 T₁ 处理,得分最低的为 T₃ 处理;表现为钾素后移上部烟叶烟碱含量降低,还原糖、钾、

糖碱比、钾氯比增加。总体而言,4 个处理中 T₄ 处理有利于提高中部叶质量,降低上部烟烟碱含量,有助于解决赣州烟区上部烟叶烟碱含量较高的问题,提高赣州烟叶的工业可用性^[13]。

表 5 不同处理对烤烟烟叶等级构成的影响
Table 5 Effects of different treatments on grade composition of flue-cured tobacco %

试验点 Test point	处理 Treatment	上等烟 比例 Superior tobacco	中上等烟 比例 Medium- topped tobacco	上部烟 比例 Upper tobacco	中部烟 比例 Middle tobacco
瑞金 Ruijin	T ₁	78.04	95.87	36.14	54.60
	T ₂	70.79	96.45	35.05	54.20
	T ₃	75.71	96.70	33.87	58.00
	T ₄	73.27	98.54	30.21	59.65
信丰 Xinfeng	T ₁	23.72	86.99	31.24	41.92
	T ₂	24.36	82.61	26.38	44.98
	T ₃	21.31	76.36	24.51	44.10
	T ₄	22.92	80.30	27.15	43.22

表 6 不同处理对烤烟内在化学成分的影响
Table 6 Effects of different treatments on chemical composition of flue-cured tobacco

等级 Level	试验点 Test point	处理 Treatment	烟碱 Nicotine %	总糖 Total sugar %	还原糖 Reducing sugar %	总氮 Total nitrogen %	钾 K %	氯 Cl %	蛋白质 Protein %	糖碱比 Sugar base ratio	氮碱比 Nitrogen base ratio	钾氯比 Potassium chloride ratio	得分 Score 分
C3F	瑞金	T ₁	2.47	33.04	25.98	1.86	2.60	0.61	7.88	10.52	0.75	4.27	75.29
		T ₂	2.49	29.35	27.63	1.73	3.38	0.77	8.11	11.10	0.69	4.37	79.62
		T ₃	2.06	30.52	28.91	1.61	3.41	0.66	7.86	14.03	0.78	5.15	88.72
		T ₄	2.56	36.84	32.46	1.61	3.14	0.60	7.28	12.68	0.63	5.19	90.82
	信丰	T ₁	2.45	28.99	23.06	1.93	3.65	0.43	9.42	9.41	0.79	8.41	73.07
		T ₂	2.66	27.06	21.56	1.97	3.62	0.40	9.45	8.11	0.74	9.07	68.63
		T ₃	2.65	29.92	24.01	1.90	3.57	0.44	9.03	9.06	0.72	8.10	73.42
		T ₄	2.47	29.26	23.69	1.92	3.97	0.41	9.45	9.59	0.78	9.78	75.90
B2F	瑞金	T ₁	4.36	24.85	21.46	1.97	2.16	0.64	7.58	4.92	0.45	3.39	56.80
		T ₂	3.77	24.31	22.32	1.82	2.64	0.63	7.33	5.92	0.48	4.17	60.49
		T ₃	3.03	26.01	23.84	1.64	2.34	0.58	7.00	7.87	0.54	4.04	65.78
		T ₄	3.50	25.44	22.43	1.81	2.86	0.55	7.54	6.41	0.52	5.19	62.54
	信丰	T ₁	3.23	22.29	17.62	2.10	3.67	0.53	9.61	5.46	0.65	6.99	55.64
		T ₂	3.18	19.59	17.23	2.20	3.82	0.55	10.31	5.42	0.69	6.91	55.09
		T ₃	3.38	17.51	15.30	2.05	4.02	0.64	9.14	4.53	0.61	6.24	49.84
		T ₄	3.16	22.32	19.71	2.04	3.89	0.52	9.37	6.24	0.65	7.51	60.99

3 结论与讨论

该研究结果表明,硝酸钾和硝酸钾在现蕾初期追施完的 T₄ 处理,在基本不改变烤烟有效叶片数和株高的同时,既有利于促进中部叶的发育,提高中部烟比例,增加烤烟的产量和产值,又能提高烤烟化学成分的协调性,降低上部烟叶烟碱含量,提高上部烟叶工业可用性,增加烤烟中总糖、还原糖、钾含量,提升糖碱比和钾氯比。该研究中瑞金试验点的产量和产值均高于信丰试验点,其原因是信丰试验点土壤肥力水平一般,后期存在部分早衰现象,造成该试验点中部烟比例和上等烟比例偏低所致,可通过适当增施肥料解决。

钾肥分次追施的效果优于一次性基施^[14-15]。旺长期是

烤烟钾素吸收的高峰期^[16-17],因此,钾肥的追肥方法主张钾肥在大培土时期施用,保证钾素充足供应。而刘好宝等^[18]研究表明,生育中期供钾对烟叶产量和下部叶含钾量起主要作用,中、后期供钾对烤烟中部叶钾含量起主要作用,中后期供钾同等重要,后期和中期供钾对上部叶钾含量起主要作用,后期供钾作用大于中期供钾。现蕾初期是烤烟生长发育中、后期的分界线,该研究将 40%的 K₂O 作基肥和营养土施用,在大培土时追施烟草专用肥,再将大部分硝酸钾和硫酸钾肥在现蕾初期一次性施用,既能满足烤烟生长前中期所需的钾素营养,又能为中上部烟叶提供充足的钾素营养,防止

试验对提取的最佳工艺条件进行优化。确定银杏酚酸最佳提取工艺:提取溶剂为二氯甲烷,提取温度为 60 ℃,料液比为 1:10,提取时间为 1 h,提取次数为 2 次。经试验验证,该工艺稳定可行、重现性好、成本低,银杏酚酸提取量较高,为银杏外种皮中银杏酚酸的提取提供方法学依据。

银杏因其自身经过自然选择进化而来的高效防卫系统,很少受到昆虫和其他有害生物的伤害,而这种防卫作用与植物各器官或部位所具有的次生化学物质有着密切关系,经研究发现这一切均源于银杏的酚酸类成分。长期以来人们只重视银杏的医疗价值,含有大量有毒酚酸类成分的银杏外种皮在加工过程中经常被当作废物遗弃,既污染环境又浪费资源。将银杏外种皮中酚酸类成分提取出来,使其变废为宝,为植物源农药的开发奠定了良好基础,为银杏的综合开发利用提供参考。

参考文献

- [1] 杨慧萍,高睿.银杏药用成分及药理作用研究进展[J].动物医学进展,2017,38(8):96-99.
- [2] 高华荣.银杏叶提取物的药理作用[J].中国实用医药,2010,5(16):168-169.
- [3] 刘欣,党娅,耿敬章.银杏酸的药理活性及应用研究进展[J].中国西部科技,2012,11(2):32-33,11.
- [4] 刘平平,潘苏华.银杏叶制剂中银杏酚酸研究进展[J].中国中药杂志,2012,37(3):274-277.
- [5] 冯致,杨竣茹,李明,等.银杏酚酸生物活性及合成途径研究进展[J].安徽农业科学,2020,48(23):35-43.
- [6] 邵泽艳,姜艳秋.银杏酸的药理作用及银杏叶提取物脱酸方法研究进展

[J].乡村科技,2018(11):111-113.

- [7] LI H, MENG X F, ZHANG D, et al. Ginkgolic acid suppresses the invasion of HepG2 cells via downregulation of HGF/c-Met signaling[J]. Oncology reports, 2019, 41(1):369-376.
- [8] 石启田.银杏酚酸类物质防治农业害虫的研究[J].林产化学与工业,2004,24(2):84-87.
- [9] 刘刚.银杏酚酸在农业害虫防治上具有广阔应用前景[J].北京农业,2009(25):48.
- [10] 郑许松,俞晓平,吕仲贤,等.银杏叶粗提物对桃蚜种群的抑制作用[J].浙江农业学报,2002,14(5):260-264.
- [11] JACOBSON M. USDA agriculture handbook[M]. Washington DC: Govt. Printing Office, 1975.
- [12] 邓业成,徐汉虹,雷玲.银杏提取物对 3 种农业害虫的触杀活性[J].华南农业大学学报,2004,25(3):61-63.
- [13] 张素军,田枫,刘延刚,等.银杏酚酸悬浮剂防治甜瓜白粉病的效果研究[J].中国果菜,2018,38(11):43-46.
- [14] 韩军成.银杏外种皮中银杏酸的提取纯化、抗菌活性及安全性评价研究[D].合肥:合肥工业大学,2013.
- [15] 赵东亚,唐进根,陈利红,等.银杏外种皮提取银杏酸工艺的优化试验[J].林业科技开发,2012,26(5):79-82.
- [16] 何康.银杏生物活性物质提取的工艺优化及应用研究[D].武汉:武汉理工大学,2016.
- [17] 吴向阳,仰榴青,陈钧.高效液相色谱法测定银杏叶提取物及其制剂中银杏酸的含量[J].药学学报,2003,38(11):846-849.
- [18] 刘茂顺,葛乃嘉,苏益平,等.正交设计优化碱提朝鲜淫羊藿总黄酮的工艺研究[J].吉林医药学院学报,2018,39(6):426-429.
- [19] 李文超,梁启超,巩丽虹,等.芦竹根总生物碱提取工艺优选的正交试验设计[J].中国现代中药,2018,20(5):604-608.
- [20] 王文军.银杏叶中银杏酸的高效提取方法研究[D].长沙:湖南师范大学,2017.
- [21] 孙耀冉,郭娜娜,袁绪宝,等.正交设计法优化蒺藜中总黄酮回流提取工艺[J].工业技术创新,2014,1(4):428-431.

(上接第 147 页)

- [15] YAO Y P, LI Y, HUANG Z L, et al. Targeted selection of *Trichoderma* antagonists for control of pepper *Phytophthora* blight in China[J]. Journal of plant diseases and protection, 2016, 123(5):215-223.
- [16] 李泽锋,李娜,刘金华,等.生物炭对辣椒果实品质和产量的影响[J].吉林农业大学学报,2016,38(6):686-692.
- [17] 汪坤,魏跃伟,姬小明,等.生物炭基肥与哈茨木霉菌剂配施对烤烟和植烟土壤质量的影响[J].作物杂志,2021(3):106-113.
- [18] 吕娜娜,沈宗专,王东升,等.施用氨基酸有机肥对黄瓜产量及土壤生物学性状的影响[J].南京农业大学学报,2018,41(3):456-464.
- [19] 柳晓磊,齐钊,闫臻,等.复合微生物菌剂与氨基酸水溶肥组合施用对

香蕉土壤理化性质及微生物群落的影响[J].中国土壤与肥料,2019(1):151-158.

- [20] 王蓓,高旭,王甜甜,等.叶面喷施含氨基酸水溶肥料在辣椒和豇豆上的肥效[J].土壤,2017,49(4):692-698.
- [21] 张瑞福,沈其荣.抑病型土壤的微生物区系特征及调控[J].南京农业大学学报,2012,35(5):125-132.
- [22] SCHLATTER D, KINKEL L, THOMASHOW L, et al. Disease suppressive soils: New insights from the soil microbiome[J]. Phytopathology, 2017, 107(11):1284-1297.
- [23] 齐钊,张曼丽,闫臻,等.联合施用微生物菌剂和氨基酸水溶肥对哈密瓜土壤性质及细菌群落结构的影响[J].热带生物学报,2019,10(4):352-359.

(上接第 150 页)

烤烟生长中后期缺钾,从而提高中上部烟叶的产质量。

针对目前烤烟种植强调适产提质的背景下,烤烟增产的同时要注重烟叶品质的提升,因此笔者认为将硝酸钾、硫酸钾推迟到现蕾初期追施完将有利于提升赣州烟叶的产质量,提高烟叶的工业可用性。

参考文献

- [1] 朱显灵.论我国烟叶生产持续发展战略[J].安徽农学通报,1996,2(2):14-17.
- [2] 胡霭堂.植物营养遗传学(下册)[M].北京:北京农业大学出版社,2004.
- [3] 金辽,李伟,章友爱,等.不同追施钾肥模式对烤烟生长的影响[J].南方农业,2018,12(28):44-49.
- [4] 郭春燕.钾肥施用方式及配施不同有机酸对烤烟烟叶生理特性及产质量的影响研究[D].郑州:河南农业大学,2013.
- [5] 刘会杰,赵铭钦,闻刚,等.种植密度和施钾量对烤烟品质的影响[J].西南农业学报,2013,26(2):653-658.
- [6] 蔡永占,韩小女.生物钾肥对烤烟含钾量及品质影响的研究进展[J].农学报,2016,6(11):37-41.
- [7] 胡鹏翔.不同施用钾肥烟草中挥发油成分变化研究[D].郑州:郑州大

学,2012.

- [8] 王树会,张卫民,李润.云南红河红壤上施钾对烤烟品质的影响[J].南京农业大学学报,1999,22(3):117-119.
- [9] 常爱霞,杜咏梅,付秋娟,等.烤烟主要化学成分与感官质量的相关性分析[J].中国烟草科学,2009,30(6):9-12.
- [10] 胡文智,王晴,苗慧莹,等.钾肥基施与叶面喷施对烤烟含钾量的影响[J].西北农业学报,2010,19(9):119-123.
- [11] 曹志洪,周秀如,李仲林,等.我国烟叶含钾状况及其与植烟土壤环境条件的关系[J].中国烟草,1990,11(3):6-13,20.
- [12] 郑传刚,吴昊,余祥文,等.钾肥调控对烤烟光合作用和产量及品质的影响[J].湖南农业大学学报(自然科学版),2015,41(6):621-626.
- [13] 刘润生,许成,彭耀东,等.复合肥和硝酸钾前后追施对烤烟产质量的影响[J].安徽农业科学,2019,47(22):160-163.
- [14] 解燕,王文楷,赵杰,等.烟草钾素营养与钾肥研究[J].中国农学通报,2006,22(8):302-307.
- [15] 王同朝,刘作新,高致明,等.分期追施钾肥对烤烟生长和品质的影响[J].河南农业大学学报,2002,36(4):348-351.
- [16] 欧阳锋声,苏国栋,罗建新,等.施肥方法对烤烟氮磷钾利用率及产量品质的影响[J].湖南农学院学报,1992,18(S2):425-434.
- [17] 徐敏.不同品种烤烟磷利用反应差异的研究[D].郑州:河南农业大学,2006.
- [18] 刘好宝,吕作新,刘彩萍,等.烤烟不同生育期的钾素营养对烟叶产量和含钾量的影响[J].中国烟草学报,1998,4(1):60-64.